

15 JUN 2006

## **Elektronische Kontrolleinheit für Kraftfahrzeugbremssysteme**

Die Erfindung betrifft eine elektronische Kontrolleinheit gemäß Oberbegriff von Anspruch 1, eine Pumpenantriebseinheit gemäß Oberbegriff von Anspruch 19, ein Verfahren zur Herstellung sowie ein elektrohydraulisches Steuergerät gemäß Oberbegriffen der Ansprüche 24 und 25.

Aus der EP 0 520 047 B1 (P 7129) ist ein ABS-Steuergerät bekannt, welches nach dem Prinzip eines sogenannten "magnetischen Steckers" mit beweglichen, elastisch gehaltenen Ventilsolenoiden in einem Elektronikgehäuse aufgebaut ist. Die Elektronikeinheit (ECU) mit integrierter Leiterplatte und den Ventilsolenoiden ist dabei steckbar mit einem Ventilblock (HCU) verbunden, welcher die Ventildome und weitere Hydraulikkomponenten des Bremsenaggregats umfasst. Die ECU umfasst weiterhin einen integrierten Stecker zum Anschluss eines Verbindungskabels (z.B. Radsensorkabel). Steuergeräte nach diesem Prinzip haben sich im Automobilbau durchgesetzt und werden daher weit verbreitet für vielfältige Regelungsaufgaben (z.B. ABS, ESP etc.) in Kraftfahrzeugbremssystemen eingesetzt.

Wie aus der DE 197 43 842 A1 (P 9117) hervorgeht, ist es auch bereits bekannt, in ABS-Steuergeräten zur Kühlung der elektronischen Bauelemente Kühlplatten aus Aluminium einzusetzen, wobei diese auch schon flächig mit den Trägerplatten, welche die elektronischen Bauelemente und die Leiterbahnen tragen, verbunden worden sind. Das Reglergehäuse, welches in vielen Fällen aus Kunststoff besteht dient sehr häufig als Halterahmen für die Ventilsolenoiden und zur Aufnahme der elektronischen Bauteile einschließlich der Kühlplatte. In einigen Fällen sind auch die Deckel des Reglergehäuses aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit hergestellt worden, wobei die Kühlplatten mit diesem auch bereits durch

entsprechende Wärmeleitelemente in thermischen Kontakt gebracht worden sind.

Schließlich ist aus der DE 100 11 807 A1 (P 9817) ein Steuergerät für eine "brake-by wire"- Bremsanlage mit Zielrichtung elektrohydraulische Bremse (EHB) bekannt. Diese Schrift stellt bereits ein Reglergehäuse mit einem Deckel aus Aluminium mit Rippen oder Noppen zur verbesserten Kühlung der darin enthaltenen elektronischen Bauelemente dar, wobei der Aluminiumdeckel über eine umlaufende Dichtung an das Reglergehäuse angebunden ist. Wegen des hohen Anteils an schwierig zu fertigenden Metallteilen ist die beschriebene Konstruktion für die Massenfertigung noch nicht ausreichend optimiert.

Ein anderes Beispiel für einen mit einem Ventilblock verbundenen aktuellen Regler für ein Fahrdynamiksteuergerät, geeignet für ABS und ESP, nach dem Stand der Technik ist weiter unten im Zusammenhang mit den Figuren 20 und 21 näher beschrieben. Auch diese Konstruktion erfüllt noch nicht in ausreichendem Maße die gestellten Anforderungen an ein modernes elektrohydraulisches Steuergerät für Kraftfahrzeugbremsysteme.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein elektrohydraulisches Steuergerät der eingangs genannten Art mit noch weiter verringertem baulichen als auch funktionellen Mitteleinsatz weiterhin funktionssicher zu gestalten, wobei besonders gute Voraussetzungen zur Ableitung der durch die elektronischen Bauelemente erzeugten Wärme realisiert werden sollen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine neue elektronische Kontrolleinheit (Regler) gemäß Anspruch 1 für die Verbindung mit einem Hydraulikaggregat über einen magnetischen Stecker,

insbesondere in Kraftfahrzeugbremssystemen.

Das erfindungsgemäße sogenannte Reglergehäuse dient primär zur Aufnahme von elektronischen Regelbaugruppen. Das Reglergehäuse kann über elektrische und hydraulische Schnittstellen mit einer Hydraulikeinheit auf an sich bekannte Weise zu einem elektrohydraulischen Steuergerät verbunden werden. Gemäß dem an sich bekannten Prinzip des magnetischen Steckers sind die Spulen für die Hydraulikventile im Reglergehäuse angeordnet. Beim Zusammenfügen von Regler und Ventilblock werden die Spulen über die aus dem Block hervorragenden Dome der Hydraulikventile geschoben. Das beschriebene elektrohydraulische Steuergerät wird bevorzugt in elektronischen Kraftfahrzeugbremssystemen, insbesondere mit ESP-Funktionalität, eingesetzt.

Nach der Erfindung können vorteilhaft neuartige elektronische Zusatzfunktionen in eine elektronische Kontrolleinheit integriert werden. Dabei werden die üblichen elektromechanischen Anforderungen an ein Steuergerät für ein Kraftfahrzeugbremssystem, wie mechanische Robustheit, Betriebssicherheit, Standzeit, elektrische Betriebssicherheit, thermische Betriebssicherheit, optimale Ausnutzung des Bauraums, geringer Herstellungsaufwand etc. weiterhin teilweise ausreichend erfüllt bzw. in einigen Punkten sogar mehr als erfüllt.

Die Kontrolleinheit ist für die üblichen elektronischen Steuer- und Regelaufgaben, wie Antiblockiersystem (ABS), Gierratenregelung bzw. elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP, TCS) usw. geeignet. Besonders geeignet ist die Kontrolleinheit für moderne elektrische Bremssysteme mit hohen Anforderungen.

Das elektronische integrierte Kraftfahrzeugbremsensteuerges-  
rät besteht aus den Elementen elektronisches Reglergehäuse  
(ECU), hydraulischer Block mit Hydraulikventilen (HCU) und  
Pumpenantrieb (PA).

Die elektronische Kontrolleinheit gemäß der Erfindung be-  
sitzt unter anderem den Vorteil, dass keine aufwendigen bis-  
her notwendigen Flüssigkeitsabdichtungen erforderlich sind.

Weiterhin besitzt die Erfindung den Vorteil, dass die ECU  
ohne einen bisher üblichen Gehäusezwischenboden auskommt,  
wie er bisher als Auflage für die Leiterplatte diente. Hier-  
durch wird Bauraum für eine zweite, in Richtung der Spulen  
angeordnete Leiterplatte geschaffen, welche in bekannten  
Reglergehäusen bislang nicht vorhanden war. Hierdurch können  
elektrische Anschlüsse der Magnetspulen und insbesondere der  
Drucksensoren zusammengefasst werden. Außerdem entsteht  
durch den Einsatz einer zweiten Leiterplatte mehr Fläche,  
welche zur Kühlung genutzt werden kann.

Durch die Möglichkeit, die elektrische Anbindung der Spulen  
an der zweiten Leiterplatte durchzuführen, ergibt sich ein  
erhöhtes Maß an Flexibilität bei der Anordnung der Spulen.  
Zudem wird zusätzlicher Raum für Bauelemente auf der ersten  
Leiterplatte geschaffen.

Die Erfindung betrifft außerdem eine neue Pumpenantriebsein-  
heit gemäß Anspruch 18, welche gegenüber bekannten Lösungen  
den Vorteil hat, dass die elektronischen Leistungsbau elemen-  
te zur Ansteuerung des Motors auf einer Motorgrundplatte  
aufgebracht sind und dadurch eine vorteilhafte Kühlung er-  
möglichst wird.

Die vorliegende Erfindung setzt sich außerdem mit dem Ziel

auseinander, die Wärmeableitung von der Kühlplatte zur Umgebung noch weiter zu verbessern.

Diese Aufgabe wird unter anderem gelöst durch das elektrohydraulische Steuergerät gemäß Anspruch 24.

Das erfindungsgemäße Steuergerät nach Anspruch 24 besitzt gegenüber den im Stand der Technik bekannten Lösungen eine ganze Reihe von Vorteilen. Durch den ständig wachsenden Funktionsumfang der Elektronik und eine immer weiter zunehmende Integrationsdichte kommt der Ableitung der zunehmenden Verlustwärme der Schaltung eine immer größer werdende Bedeutung zu. Durch die erfindungsgemäße thermische Anbindung eines flächigen Kühlelements (z.B. durch die ins Gehäuse eingebetteten Metallkörper) an den Hydraulikblock wird das Kühlelement und damit auch die empfindlichen elektronischen Halbleiterbauelemente an ein gut wärmeleitfähiges Wärmereservoir mit hoher spezifischer Wärme über eine direkte metallische Verbindung angeschlossen, so dass die notwendige Kühlung der elektronischen Bauelemente durch einen niedrigen thermischen Widerstand entscheidend verbessert wird. Gemäß dem vorgeschlagenen Konzept lässt sich die große Wärmekapazität des Ventilblockes vorteilhaft zur Kühlung nutzen.

Durch die massive Anbindung der zur Kühlung der Leiterplatte verwendete Kühlplatte an die ins Gehäuse eingebetteten Metallkörper z.B. über Schrauben oder durch Verstemmung wird die Gefahr verringert, dass sich die Leiterplatte z.B. in ihren Einpresskontakten verschieben oder sogar lösen kann. Durch diese optimierte Aufhängung der Leiterplatte ergibt sich zusätzlich die Möglichkeit, dass Zusatzleiterplatten zur Integration von z.B. Sensorik auf der Hauptplatine angebracht werden können, ohne dass die zusätzliche Masse für die Leiterplatten-Aufhängung kritisch wäre.

Vorzugsweise können die verwendeten Metallkörper auch als Hülsen ausgebildet sein, so dass der Regler mit der Hydraulik mit entsprechenden durch die Hülsen geführten Schrauben auch mit dem Hydraulikblock an diesen innenliegenden Positionen verbunden sein kann. Die bisherigen, außenliegenden Befestigungshülsen können dann entfallen.

Weiterhin lässt sich mit der beanspruchten Konstruktion mit Jochringen und ohne zusätzliche Kunststoffarme oder mit federnden Stanzgittern vorteilhafterweise eine besonders einfache Spulenaufhängung ohne Umspritzung oder zusätzliche Befestigungselemente realisieren.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung der Figuren.

Nachfolgend wird die Erfindung an Hand von Beispielen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1      die mechanische Konstruktion eines elektronischen Reglers,

Fig. 2      einen Querschnitt eines Steuergerätegehäuses für ein ESP-Bremssystem,

Fig. 3      einen Ausschnitt im Bereich der Ventilblockabdichtung zwischen Gehäuse der ECU und der HCU,

Fig. 4      ein Pumpenantriebseinheit mit integrierter Leistungselektronik,

- Fig. 5 eine weitere Darstellung der Pumpenantriebseinheit, welche die insbesondere integrierten elektronischen Bauelemente mit den Leistungstreibern darstellt,
- Fig. 6 einen Querschnitt durch einen elektronischen Regler (ECU) mit doppelter Wärmeleitplatte,
- Fig. 7 eine vergrößerte Darstellung einer ECU mit Metalldeckel,
- Fig. 8 eine Darstellung einer ECU mit zwei auf einen Kühlkörper auflaminierten Leiterplatten,
- Fig. 9 eine weitere Darstellung eines ECU-Gehäuses mit Leiterplatte, Wärmeleitplatte und neuer Spulenansbindung,
- Fig. 10 eine weitere Darstellung eines ECU-Gehäuses mit alternativer Kühlung im Deckel,
- Fig. 11 eine weitere Darstellung eines ECU-Gehäuses mit Wärmeleitkissen,
- Fig. 12 ein Beispiel einer ECU mit verbesserter Wärmekopplung zwischen Wärmeleitplatte und Leiterbahnträgerplatte,
- Fig. 13 eine Wärmeleitplatte in Aufsicht,
- Fig. 14 die Anbindung des ECU-Deckels an das ECU-Gehäuse,
- Fig. 15 ein weiterer Vorschlag für eine verbesserte Wärme-



kopplung zwischen Wärmeleitplatte und Leiterbahn-trägerplatte,

Fig. 16 eine Montagemöglichkeit für eine zusätzliche Leiterplatte,

Fig. 17 eine schematische Darstellung eines Bremsenregelaggregats im Querschnitt mit durchgehenden zylinderförmigen Metallkühlkörpern,

Fig. 18 ein weiteres Beispiel zur Befestigung der Metallkühlkörper ähnlich Fig. 17,

Fig. 19 ein weiteres Beispiel in Anlehnung an das Konzept in Fig. 17 mit wärmeleitenden Schrauben,

Fig. 20 ein Reglergehäuse nach dem Stand der Technik mit Kühlplatte und

Fig. 21 ein weiteres Reglergehäuse nach dem Stand der Technik mit Federblech.

Fig. 1 zeigt eine auf einer HCU 13 aufgesetzte ECU 14. In die ECU ist eine Anordnung aus Leiterplatte 31, mit genau einer Wärmeleitplatte 9 aus Aluminium und einer weiteren Leiterplatte 3 in das Reglergehäuse 14 der ECU eingesetzt. Gehäuse 14 ist gegenüber der HCU im Bereich der Gehäusewand 14' mittels einer umlaufenden Dichtung 1 abgedichtet. Dichtung 1 wird bevorzugt aus Schlauchmaterial gefertigt und in eine Gehäusenut eingesetzt. In der Anordnung aus Leiterplatten 31 und 3 sowie Wärmeleitplatte 9 stellt zylinderförmiger Wärmeleitkörper 4 (im Beispiel ist zur Vereinfachung lediglich ein Wärmeleitkörper dargestellt) nicht nur eine Wärmeleitbrücke dar, sondern es wird gleichzeitig ein elektri-



scher Kontakt zwischen den beiden Leiterplatten 31 und 3 hergestellt. Wärmeleitkörper 4 besteht bevorzugt aus dem gleichen Material wie die Wärmeleitplatte 9. Dies bietet den Vorteil, dass unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten von Platte 9 Wärmeleitkörper 4 nicht zu einer übermäßigen mechanischen Beanspruchung bis hin zur Zerstörung der Leiterplattenanordnung führt. Bevorzugt ist Wärmeleitkörper 4 in ein Kunststoffmaterial eingebettet, insbesondere eingespritzt. Zur elektrischen Kontaktierung der Ventilspulen 12 sind deren Spulendrähte 3 mittels Stempellöten mit Leiterplatte 3 verbunden. Auf der weiteren Leiterplatte 3 können bevorzugt ebenfalls, wie auf Leiterplatte 31 weitere, zusätzliche elektronische Bauelemente angeordnet sein. Die dargestellten Spulen 12 tauchen im dargestellten Beispiel beim Zusammenfügen von ECU und HCU in eine Senkung in der Oberfläche der HCU ein. Hierzu besitzt Spule 12 ein C-förmiges Joch 6, welches in thermischem Kontakt mit HCU 13. Hierdurch lässt sich der erforderliche Bauraum (Bauhöhe) des Steuergerätes merklich reduzieren.

In Fig. 2 wird an Stelle von eines Wärmeleitkörpers aus Aluminium 4 zur Herstellung eines thermischen Kontakts innerhalb der Leiterplattenanordnung aus Fig. 1 ein dehnbares, federndes Wärmeleitelement 15, zweckmäßigerweise ähnlich einer Cu-Feder, verwendet.

In Fig. 3 ist eine am Rand der HCU umlaufende Dichtungsnut 58 dargestellt, welche als Ausnehmung in der mit der ECU in Verbindung stehenden Oberfläche der HCU eingearbeitet ist. In Nut 58 greift Klemmschwert 70 des ECU-Deckels ein, welcher durch Auffüllen von Nut 58 mit einem geeigneten Klebe- und/oder Abdichtmittel 49 abgedichtet wird. Diese Konstruktion bietet den Vorteil, dass diese nicht nur dichtet, sondern auch eine hohe Haltekraft besitzt, so dass keine zu-

sätzliche Befestigung des Deckels mehr erforderlich ist.

Figuren 4 und 5 zeigen eine Pumpenantriebseinheit 18 mit Motorgrundplatte 22 aus Kunststoff. In Platte 22 sind Einpresskontakte 16 eingespritzt. Weiterhin ist in diese eine Leiterplatte 26 zur Aufnahme der Elektronik eingelegt. Platte 22 besitzt außerdem nicht dargestellte Kunststoffhalter, z.B. aus PPA, mit denen Bürsten 23 auf Grundplatte 22 befestigt werden. In die Halter können spezielle Kontakte bereits eingeformt sein. Die Elektronik der Pumpenantriebseinheit ist über eine an sich bekannte Durchführung (Bezugszeichen 30 in Fig. 6) mit der ECU verbunden, wobei die Durchführung durch die HCU geführt ist. Die Durchführung hat die Form eines länglichen Stabes mit einem männlichen elektrischen Stecker, der beim Zusammenbau in Buchse 25 eingreift, welche mit Platte 22 verbunden ist. In der ECU ist ebenfalls ein Stecker zum Kontakt mit dem länglichen Stab vorgesehen. Auf der dem Ventilblock zugewandten Seite von Leiterplatte 17 befinden sich toleranzausgleichende Wärmeleitelemente 21 aus einem weichen, elastischem Material, welche mit den Leistungsbauelementen des Motors in thermischem Kontakt stehen.

Durch Wärmeleitplatten 21, welche großflächig auf Ventilblock 13 aufliegen, wird die Wärme der Leistungsbaulemente des Motors direkt nach dem Prinzip eines "heatsink" zum Metallkörper des Ventilblocks 13 besonders effektiv abgeleitet.

In Fig. 6 ist eine weitere alternative Möglichkeit der Verbindung von Leiterplatte 31 mit Wärmeleitplatten I 9 und II 32 dargestellt, bei der kein direkter thermischer Kontakt zwischen Platten 9 und 32 besteht. An der zweiten Wärmeleitplatte 32 sind Ventilsolenoiden 12 mechanisch ohne die Verwendung von Federblechen befestigt. Wärmeleitplatte 32 ist mit

Gehäuse 14 verschraubt. 64 bezeichnet einen Doppeleinpresskontakt, welcher zur elektrischen Verbindung der oberen Leiterplatte 31 mit einer Ventilspule oder zum thermischen Kontakt mit den Wärmeleitplatten 9 und 32 dient. Durch Doppeleinpresskontakte 64 wird dann auch ein thermischer Kontakt zwischen den beiden Wärmeleitplatten herbeigeführt.

Das in Fig. 7 dargestellte ECU-Gehäuse 14 weist einen Deckel 35 aus einem Metall, wie Aluminium auf. Deckel 35 ist mit Gehäuse 14 verklebt. Wärmeleitplatte 9 liegt in diesem Beispiel auf einer im Reglergehäuse 14 eingeformten Auflagefläche 34 auf. Oberhalb dieser Auflagefläche, auf der gegenüberliegenden Seite von Platte 9, liegt Metalldeckel 35 partiell auf Auflagefläche 34' auf, so dass Platte 9 durch Deckel 35 gehalten wird. Durch die Verbindung der Wärmeleitplatte 9 mit Metalldeckel 35 wird eine besonders gute Wärmeableitung zur äußeren Umgebung hergestellt.

Fig. 8 zeigt eine Variante einer ECU, bei der die Zusatzplatine 36 auf gegenüberliegenden zweiten Fläche der Wärmeleitplatte 9 - wie auch Hauptplatine 31 - auflaminiert ist, wobei die Zusatzplatine elektrisch über eine flexible Folie 59 mit Hauptplatine 31 verbunden ist. Folie 59 kann durch Stempellöten mit der oder den Leiterplatten verbunden sein oder diese wird in einem Laminierungsprozess gemeinsam mit der Leiterplatte hergestellt. 31, 9 und 36 bilden eine Platinenbaugruppe, welche durch Metallstifte 60 an Reglergehäuse 14 befestigt wird. Die Befestigung der Platinenbaugruppe an Metallstiften 60 erfolgt durch eine Nietverbindung 61 oder eine Stemmverbindung 62, wobei entsprechende verjüngte Abschnitte der Stifte 60 in geeignet positionierte Ausnehmungen der Baugruppe eingreifen. Zur vereinfachten Herstellung sind Metallstifte 60 in das aus Kunststoff bestehende Reglergehäuse 14 während dessen Herstellung in vorgegebenen

Positionen eingespritzt. Werden die verjüngten Abschnitte der Stifte 60 geeignet dimensioniert, ergeben sich auf einer Höhe liegende Auflageflächen 63, welche eine besonders vorteilhafte Möglichkeit zur vertikalen Positionierung der Platinenbaugruppe darstellen.

In Fig. 9 ist Zusatzplatine 36 an Deckel 35 befestigt. Eine elektrische Verbindung zu Hauptplatine 31 erfolgt über flexible Folie 59. Zusatzplatine 36 kann elektronische Baugruppen für Zusatzfunktionen, wie TPMS, DDS oder andere Funktionen bereitstellen. Zur Befestigung der Ventilspulen 12 ist ein Stanzgitter 37 vorgesehen, an welches bei der Herstellung zunächst die Spulenkontakte 65 angeschweißt werden, welche federnd ausgelegt sind. Nach der Spulenbefestigung wird Stanzgitter 37 in das ECU-Gehäuse eingesetzt, wobei dieses über verkrallende Federbleche gehalten wird. Mutter oder Niet 38 verbindet die bestückte Leiterplatte über Bolzen 39 thermisch mit Wärmeleitplatte 9. Bolzen 39 besteht aus Gründen eines möglichst angepassten thermischen Ausdehnungskoeffizienten aus Kupfer oder einer geeigneten Kupfer/Zinn-Legierung. 66 bezeichnet einen Cu-Pin, welcher in Wärmeleitplatte 9 eingepresst ist. Dieser steht mit elektronischem Bauelement 67 in thermischem Kontakt. Durch die vorgeschlagene Spulenkontaktierung und Befestigung mittels einer federnden Aufhängung 67 ergibt sich eine verbesserte Ableitung der in den Spulen entstehenden Wärme. In diesem Zusammenhang ist auch der dargestellte direkte Kontakt des Spulenjochs 68 mit dem Ventilblock vorteilhaft.

Die in Fig. 10 dargestellte ECU umfasst neben Wärmeleitplatte 9 eine weitere Wärmeleitplatte III 40, welche mit Kunststoffdeckel 8 verbunden ist. Wärmeleitplatte 40 ist über Wärmeleitfeder 41 oder über ein Wärmeleitkissen (Bezugszeichen 42 in Fig. 11) mit Wärmeleitplatte 9 thermisch leitend

verbunden. Auf der den Ventilspulen zugewandten Seite der Wärmeleitplatte 9 sind im Bereich der Spulen Federbleche 45 angeordnet, mit denen die Spulen kontaktiert werden.

In der ECU gemäß Fig. 11 ist Wärmeleitplatte III 40 nach außen in einen Umfangsbereich von Deckel 35 geführt, so dass diese thermisch in direktem Kontakt mit der Umgebungsluft steht. Diese Kühlmaßnahme ist besonders vorteilhaft, da sich die zusätzliche Kühlplatte auf einfache Weise mittels einer Klebeverbindung an Deckel 35 befestigen lässt. Weiterhin besteht eine thermisch leitende Verbindung von der Innenseite von Platte 40 über Wärmeleitkissen 42 zu Leiterplatte 31, zur weiteren Wärmeleitplatte 9 oder direkt zur Oberfläche eines zu kühlenden elektronischen Bauelements 43, zum Beispiel der integrierten Leistungselektronik der ECU. Wärmeleitkissen 42 kann sich plastisch und/oder elastisch verformen.

In Fig. 12 ist eine Wärmeleiterplatte 31 aus Al mit Wärmeleitplatte 9 durch Cu-Blech 44 verbunden, welches zweckmäßigerweise durch Kleben mit Al-Platte 31 verbunden und in Leiterplatte 9 eingepresst wird. Hierdurch ergibt sich eine verbesserte Ableitung der Wärme von der Leiterplatte zur Wärmeleitplatte. Im Vergleich zu einem alternativ einsetzbaren Cu-Niet ist die Wärmeableitung des dargestellten, in die Leitplatte gepressten Cu-Blechs 44 erhöht.

In Fig. 13 ist gezeigt, wie das besagte Cu-Blech 44 auf einem Teil der Oberfläche von Wärmeleitplatte 9 positioniert ist. Die aufgeklebte Fläche ist so bemessen, dass Sie innerhalb der Federelemente 45 (siehe auch Fig. 10) liegt.

Fig. 14 stellt einen Verbindungsbereich zwischen Metalldeckel 35 und Gehäusewand 14' dar. Reibschweißkontur 46, welche am Rand des Deckels verläuft, bildet eine stoffschlüssige Verbindung von Deckel 35 mit Gehäusewand 14'. Kontur 46 ist wannenförmig ausgebildet und kann mit Klebstoff 49 oder einem Dichtmaterial gefüllt sein. Steg 48 greift dabei in Kammern 47 stoffschlüssig oder abdichtend ein. Durch die Verwendung von zwei Kammern 47 ergibt nicht nur eine besonders feste Verbindung und Dichtigkeit, sondern es wird zudem eine Möglichkeit geschaffen, das Gehäuse 14 universell sowohl zum Verschließen mit einem Metalldeckel, als auch mit einem Kunststoffdeckel zu verwenden. Dabei hat ein vom Reglergehäuse trennbar gestalteter Deckel den Vorteil, dass der nachträgliche Einbau von Zusatzplatinen für Zusatzfunktionen im Sinne eines modularen Konzepts auf einfache Weise möglich wird (siehe Zusatzplatine am Deckel in Fig. 10).

Fig. 15 zeigt ähnlich Fig. 12 die thermische Anbindung von Leiterplatte 31 an Wärmeleitplatte 9. Im hier dargestellten Beispiel wird eine thermische Kopplung der Platten 31 und 9 durch Cu-Niet 55 hergestellt, wobei Niet 55 stoffschlüssig an Cu-Platte 50 angebunden ist. Die Befestigung an Platte 50 erfolgt zweckmäßigerweise mittels einer dünnen Klebschicht 69. Cu-Platte 50 ist mit Wärmeleitplatte 9 ebenfalls stoffschlüssig verbunden.

Fig. 16 zeigt schematisch eine Möglichkeit zur mechanischen und elektrischen Verbindung einer kleinen Zusatzleiterplatte 51 (Babyboard), welche zusätzliche, ggf. optionale elektronische Bausteine trägt, mit einer Leiterplatte 31 in der ECU. Kontaktstifte 52 sind an einem Ende über einen Einpresskontakt 53 und am anderen Ende über einen SMD-Kontakt 54 an die entsprechende Leitplatte 31 angebunden.



In Fig. 17 ist ein durch Spritzgießen von Kunststoff hergestelltes Reglergehäuse 14 mit Ventilblock 13 verschraubt. Metallkörper 172 sind in Reglergehäuse 14 eingebettet und über Schrauben 171 mit der aus Leiterplatte 26 und Kühlplatte 9 gebildeten Einheit verbunden. Diese liegen im montierten Zustand mit ihren Stirnflächen direkt auf Ventilblock 13 auf. Leiterplatte 26 ist zur Kühlung auf Metallplatte 4 aufgeklebt oder auflaminiert. Die so gebildete Baugruppe wird im Gehäuse 14 durch Auflegen und Befestigen der Metallplatte 9 auf den ventilblockabgewandten Stirnseiten der Metallkörper 172 fixiert. Magnetspulen 12 stützen sich in diesem Beispiel über Elastomerringe 176 elastisch gegen die fixierte Metallplatte 9 ab und werden so mit ihren metallischen Jochen 68 gegen die Oberfläche des Ventilblockes 13 gedrückt. . Wand 14' von Reglergehäuse 14 bildet Elektronikraum 177, welcher mittels umlaufender Dichtung 179 zum Ventilblock 13 hin gegen die Umgebung abgedichtet wird. Nach oben wird Raum 177 durch Deckel 8 verschlossen, welcher mittels Reibschweißen an Wand 14' befestigt ist (siehe Bereich 1715). Die Auflageflächen der Metallkörper 172, die auf Ventilblock 13 aufliegen, befinden sich dabei innerhalb des abgedichteten Bereiches. ECU-Gehäuse 14 wird mittels im Reglergehäuse 14 eingebetteten metallischen Hülsen 1711 mit Ventilblock 13 mit nichtgezeichneten Schrauben verbunden. Um eine sichere Auflage der Metallkörper 172 auf dem Ventilblock 13 zu gewährleisten, ist im unbelasteten Zustand ein minimaler Restspalt zwischen der Stirnseite der Hülsen 1711 und der Oberfläche des Ventilblocks 13 vorgesehen, der beim Anziehen der Befestigungsschrauben (nicht dargestellt) durch elastische Verformung des Gehäuses 14 geschlossen wird.

Vor der Montage des Reglergehäuses 14 auf Ventilblock 13 werden Magnetspulen 12 durch Elastomerringe 176 mit in Jochbleche 68 eingearbeiteten Anschlagflächen 1720 (siehe Be-



reich 1717) gegen die wabenförmigen Zwischenwände des nach unten offenen Gehäuses 14 gedrückt und so axial fixiert. Bei der Montage auf Ventilblock 13 werden beim Aufsetzen der Stirnseiten der Joche 68 auf Ventilblock 13 die Anschlagschultern von den Zwischenwänden des Gehäuses 14 abgehoben (siehe Bereich 1716).

Das in Fig. 18 dargestellte Reglergehäuse 14 entspricht weitestgehend dem Reglergehäuse in Fig. 18, bis auf die Fixierung der Metallplatte 9. In diesem Beispiel sind die wärmeleitenden Metallkörper 172 über eine Verstemmung 1718 eines dafür vorgesehenen Abschnitts des Metallkörpers 172 mit Metallplatte 9 verbunden. Im Bereich der vorzunehmenden Verstemmung ist in Leiterplatte 26 eine geeignete Ausnehmung 1721 vorgesehen.

Im Gegensatz zu den Beispielen in Figuren 17 und 18 sind in Fig. 19 die wärmeleitenden Metallkörper als Hülsen 1714 ausgebildet. Hülsen 1714 lassen sich dabei besonders vorteilhaft über Schrauben 1713 gleichzeitig zur Befestigung des Reglergehäuses 14 auf Ventilblock 13 heranziehen. In diesem Fall werden Leiterplatte 26, Kühlplatte 9 und Reglergehäuse 14 mit Schrauben 1713 an Hydraulikblock 13 fixiert, bevor Deckel 8 auf Gehäuse 14 montiert werden kann. Eine unabhängige Montage von HCU und ECU ist in diesem Fall nicht möglich.

Fig. 20 zeigt eine mit der HCU bereits verbundene Reglergehäuse 14 (ECU) zur Aufnahme der Ventilspulen 12 und der Elektronik gemäß dem Stand der Technik. Leiterplatte 31 ist mit einer zur Kühlung verwendeten Aluminiumplatte 9 durch ein Laminierungsverfahren verbunden. Die Anordnung aus Leiterplatte und Kühlplatte wird über Einpressverbindungen 203 der Steckerkontakte und mittels mehrerer Verklebungen 202

fest fixiert. Eine direkte metallische Verbindung zwischen der als Wärmesenke dienenden Kühlplatte 9 und Ventilblock 13 existiert nicht.

In einem ebenfalls bereits bekannten Reglergehäuse 14 gemäß Fig. 21 ist die Leiterplatte (nicht dargestellt) mit dem Reglergehäuse ebenfalls über Einpresskontakte 203 verbunden. Gehäuse 14 wird mittels Schrauben, die durch Hülsen 2111 gesteckt werden, mit Ventilblock 13 verschraubt. Eine direkte metallische Verbindung zwischen der Aluminiumplatte (nicht dargestellt) und Ventilblock (nicht dargestellt) existiert ebenfalls nicht. Um eine axiale Fixierung der Magnetspulen 2019 zu erreichen, ist zusätzlich ein federndes Blech 2123 mit komplexer Geometrie in das Reglergehäuse 14 eingepresst.

## Bezugszeichenliste

1	Ventilblockabdichtung
2	verschweißter Deckel mit Halterahmen für Aluminium Wärmeleitplatte
3	heißverstemmter oder verlöteter Draht der Ventilspule
4	Aluminium Wärmeleitkörper, welche in die Aluminium- Wärmeleitplatte eingegossen sind
5	zweiseitig bestückbare Bauelementträgerplatte (PCB) zur Befestigung von Spulen und Drucksensoren
6	Ventilspule mit niedrigem Widerstand
7	Spulengehäuse in Form einer Honigwabe ohne Boden
8	Gehäusedeckel
9	Wärmeleitplatte I
10	Einpresskontakte
11	Anschlussstecker für Steuergerät
12	Ventilspule
13	Hydraulikeinheit (HCU, Ventilblock)
14	Elektronisches Steuergerätegehäuse (ECU)
14'	Reglergehäusewand
15	Leiterplattenebenenverbinder
16	eingespritzte Einpresskontakte
17	Leiterbahnträger für Motorsteuerung
18	Pumpenantriebseinheit
20	angespritzte Dichtung
21	toleranzausgleichendes Wärmeleitelement
22	Grundplatte aus Kunststoff
23	Motorbürsten
24	Bürstenkontakt
25	Kontaktstecker (weiblich) für Leitungsdurchführung von ECU zu Pumpenantriebseinheit mit Crimp-Verbindung
26	Leiterplatte (PCB)
27	Motorachse
28	Schweißkontakte

29	Verbindungsdrähte
30	stabförmige Verbindung zum Pumpenantriebseinheit
31	Leiterplatte (PCB)
32	Wärmeleitplatte II
34	Auflagefläche
34'	Auflagefläche
35	Metalldeckel
36	Zusatzplatine
37	Stanzgitter
38	Mutter oder Niet
39	Bolzen
40	Wärmeleitplatte III
41	Wärmeleitfeder
42	Wärmeleitkissen
43	integrierte Leistungselektronik
44	Cu-Blech
45	Federblech
46	Reibschweißkontur
47	Kammern
48	Steg
49	Klebstoff
50	Cu-Platte
51	Zusatzleiterplatte
52	Kontaktelement
53	Einpresskontakt
54	SMD-Kontakt
55	Cu-Niet
56	Fixierungspins
57	Haltesteg
58	Nut
59	flexible Folie
60	Metallstift
61	Nietverbindung
62	Stemmverbindung

63	Auflagefläche
64	Doppeleinpresskontakt
65	Spulenkontakte
66	Cu-Pin
67	federnde Spulenaufhängung
68	Spulenjoch
69	Klebeschicht
70	Klemmschwert
171	Schraube
172	metallische Wärmeleitelemente
176	Elastomerring
177	Elektronikraum
179	Dichtung
1711	Metallhülsen
1712	Auflageflächen
1713	Schraube
1714	Hülse
1715	Verschließbereich des Deckels
1716	Bereich
1717	Bereich
1718	Verstimmung
1720	Anschlagfläche
1721	Ausnehmung
202	Klebeschicht
203	Einpresskontaktverbindungen
2019	Magnetspulen
2111	Hülsen
2123	Blech

### Patentansprüche

1. Elektronische Kontrolleinheit (14) für die Verbindung mit einem Hydraulikaggregat (13) über einen magnetischen Stecker, insbesondere in Kraftfahrzeugbremsystemen, umfassend
  - einen aus Gehäusewandungen (14') gebildeten Bereich zur Aufnahme mehrerer in diesem Bereich angeordneter Ventilsolen (12),
  - einen Gehäusedeckel (8,35),
  - mindestens eine erste Leiterplatte (31,5) zur Aufnahme von elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen und einer elektrischen Kontaktierung und
  - eine erste Wärmeleitplatte (9,32) zur Abführung von Wärme der elektronischen Bauelemente,dadurch **gekennzeichnet**, dass die erste Wärmeleitplatte flächig mit der ersten Leiterplatte verbunden ist und dass
  - mindestens ein thermisches Verbindungselement (4,15) vorgesehen ist, welches zwischen erster Leiterplatte/n und erster Wärmeleitplatte/n eine Thermobrücke herstellt.
2. Elektronische Kontrolleinheit nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass zumindest eine oder alle Ventilsolen/n mit einer weiteren Leiterplatte (5) oder einer weiteren Wärmeleitplatte (32) elektrisch und/oder mechanisch verbunden ist/sind.
3. Elektronische Kontrolleinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass zumindest eine oder alle Ventilsolen/n mit der ersten Wärmeleitplatte (9) mechanisch verbunden sind.

19. Pumpenantriebseinheit (18) für eine elektronische Kontrolleinheit, welche insbesondere mit einer Hydraulikeinheit (HCU) gemäß mindestens einem der vorstehenden Ansprüche verbunden ist, umfassend einen Elektromotor, welcher eine Antriebsachse antreibt, **gekennzeichnet durch** eine Motorgrundplatte (22), wobei in dieser die elektronischen Leistungsbaulemente des Motors untergebracht sind.
20. Pumpenantriebseinheit nach Anspruch 19, dadurch **gekennzeichnet**, dass Motorgrundplatte (22) mit dem hydraulischen Block (HCU) über ein verformbares Wärmeleitelement (21) thermisch in Kontakt steht.
21. Pumpenantriebseinheit nach Anspruch 19 oder 20, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein stabförmiger Motorstecker in die Motorgrundplatte bzw. in eine dort angeordnete Buchse (25) zur Herstellung einer elektrisch leitenden Verbindung steckbar ist.
22. Verfahren zur Herstellung einer elektronischen Kontrolleinheit (14), insbesondere nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
- Bereitstellung eines einen Spulenaufnahmebereich bildenden Rahmen aus Gehäusewänden (14'),
  - Einlegen einer Leiterplattenanordnung (31,9,3) in einen durch den Rahmen vorgegebenen Bereich, wobei Elemente (56) zur Fixierung der Leiterplattenanordnung am Rahmen vorhanden sind,
  - Aufsetzen eines Deckels (8) auf die Anordnung, wobei der Deckel Halteelemente (57) umfasst, welche beim Aufsetzen des Deckels eine Fixierung der Leiterplattenanordnung herbeiführen.



ermöglicht wird, wobei das mit dem Hydraulikblock und dem Kühlelement über einen durch das Wärmeleitelement durchgehenden Bolzen oder eine Schraube (1713) kraftschlüssig verbunden ist.

26. Elektrohydraulisches Steuergerät nach Anspruch 24 oder 25, dadurch **gekennzeichnet**, dass vom Halterahmen umschlossene verschiebbare Ventilspulen (12) vorgesehen sind, welche die Ventildome umschließen, und welche axial, also in Richtung der Längsachsen der Ventildome, verschiebbar sind und in einem Bereich zwischen einer Auflagefläche des Halterahmens für die Ventilspulen und der Ventilspule elastomere Körper (176) vorgesehen sind, welche beim Zusammenfügen von Halterahmen und Hydraulikblock durch axiales Verschieben der Ventilspulen komprimiert werden, wobei zwischen den Elastomerkörpern und den Ventilspulen flächige Halteelemente vorgesehen sind, welche so gestaltet sind, dass im nicht durch die Ventilspulen komprimierten Zustand ein Herausfallen der Spulen aus dem Halterahmen durch eine Anlagefläche (1720) verhindert wird, wobei die flächigen Haltelemente nur im besagten unkomprimierten Zustand an den Anlageflächen anliegen.
27. Elektrohydraulisches Steuergerät nach mindestens einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch **gekennzeichnet**, dass reibgeschweißter Deckel (8) die Elektronikaufnahme des Reglers (14) verschließt.
28. Elektrohydraulisches Steuergerät nach mindestens einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Wärmeleitelemente mit dem flächigen Kühlelement durch Verstemmung befestigt werden.

4. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass thermische Verbindungselemente (4,15) zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen den Leiterplatten verwendet werden.
5. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die erste Wärmeleitplatte mit dem Deckel und/oder dem Gehäuse (14) verschweißt ist.
6. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Spulen an der weiteren Wärmeleitplatte mechanisch elastisch angebunden sind.
7. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass die weitere Leiterplatte (5) zur elektrischen Verbindung der Spulen und insbesondere zur elektrischen Verbindung von Drucksensoren eingesetzt wird.
8. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Spulengehäuse eine Honigwabenstruktur besitzen.
9. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Reglergehäuse mit einem hydraulischen Ventilblock (13) verbunden ist und die Reglerwand (14') mittels einer im Ventilblock vorgesehenen umlaufenden Nut (58), insbesondere mit mindestens zwei Kammern (47), abgedichtet wird, wobei nach dem Zusammenfügen von elektronischer Kontrolleinheit und Ventilblock über die Nut eine

23. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18 oder Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Deckel mittels eines Reibschweißverfahrens mit dem Gehäuse verbunden wird.
24. Elektrohydraulisches Steuergerät, umfassend einen Halterahmen für elektrische Ventilspulen (12), welcher insbesondere im wesentlichen aus Kunststoff besteht, einen Leitbahnträger mit zumindest einem wärmeenergieerzeugenden Halbleiterbauelement und mindestens ein flächiges Kühlelement (9), insbesondere eine Kühlplatte, einen mit dem Halterahmen verbundenen Hydraulikblock mit senkrecht aus einer Oberfläche des Hydraulikblocks herausragenden Ventildomen von magnetisch ansteuerbaren Hydraulikventilen, die innerhalb des Hydraulikblocks angeordnet sind, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere längliche Wärmeleitelemente (172) vorgesehen sind, die mit Hydraulikblock (13) und Kühlelement (9) zur Bildung einer Thermobrücke in Kontakt stehen, so dass ein Wärmefluss zwischen Hydraulikblock und Kühlelement ermöglicht wird, wobei eine Längsseite der Wärmeleitelemente (172) mit dem Hydraulikblock oder dem Kühlelement (9) kraftschlüssig oder formschlüssig verbunden ist und jeweils deren gegenüberliegende Längsseiten (1712) ohne die kraftschlüssige Verbindung lösbar auf dem Hydraulikblock oder dem Kühlelement flächig aufliegt.
25. Elektrohydraulisches Steuergerät gemäß Oberbegriff von Anspruch 24, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere hohle längliche Wärmeleitelemente (1714) vorgesehen sind, die mit Hydraulikblock und Kühlelement (9) zur Bildung einer Thermobrücke in Kontakt stehen, so dass ein Wärmefluss zwischen Hydraulikblock und Kühlelement

stoffschlüssige Verbindung hergestellt wird.

10. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass Deckel (8) Ausnehmungen besitzt, durch die ein zur Kühlung vorgesehenes Metallteil nach außen tritt.
11. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass Deckel (35) aus einem Metall, wie insbesondere Aluminium, besteht.
12. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass Metallpins (66) zur Kühlung von integrierten elektronischen Leistungsbauelementen eingesetzt werden, die mit einer der Wärmeleiterplatten thermisch verbunden sind.
13. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass Zusatzplatinen (36) vorgesehen sind, die mit der Leiterplatte elektrisch verbunden sind.
14. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein Stanzrahmen oder -gitter (37) vorgesehen ist, der/das zur mechanischen und/oder elektrischen Kontaktierung der Spulen eingesetzt wird, wobei der Stanzrahmen oder das Stanzgitter insbesondere mit dem Reglergehäuse mechanischen fest verbunden ist, wobei der Stanzrahmen oder das Stanzgitter insbesondere Einpresskontaktstifte aufweist, die mit der Leiterplatte eine elektrische Verbindung herstellen und die Spulen elastisch gehalten sind.

15. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass mit Deckel (8,35) eine weitere Wärmeleitplatte stoffschlüssig, kraftschlüssig oder formschlüssig verbunden ist, welcher thermisch über ein Wärmekontaktelement (41,42) an die Leiterplatte und/oder eine Wärmeleitplatte (9) angebunden ist.
16. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass auf die metallische Wärmeleitplatte (9), welche nicht aus Aluminium besteht, eine Aluminiumplatte (31) aufgeklebt ist, welche für eine thermische Anbindung der Wärmeleitplatte sorgt.
17. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass Deckel (35) mit Gehäusewand (14') über eine stoffschlüssige Verbindung befestigt ist, welche zwei Wannen (47) umfasst.
18. Elektronische Kontrolleinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine Zusatzplatine (51) über mindestens ein Kontaktelement (52) mit der Leiterplatte elektrisch und mechanisch verbunden ist, wobei das Kontaktelement insbesondere auf einer Seite mittels eines Einpresskontakts (53) verbunden ist und auf der anderen Seite mittels eines SMD-Kontakts (54).

- 1 29. Elektrohydraulisches Steuergerät nach mindestens einem der Ansprüche 24 bis 28, dadurch **gekennzeichnet**, dass dieses die Merkmale nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 18 aufweist.

## **Zusammenfassung**

### **Elektronische Kontrolleinheit für Kraftfahrzeugbremssysteme**

Die elektronische Kontrolleinheit (14) ist für die Verbindung mit einem Hydraulikaggregat (13) über einen magnetischen Stecker, insbesondere in Kraftfahrzeugbremssystemen vorgesehen und umfasst

- einen aus Gehäusewandungen (14') gebildeten Bereich zur Aufnahme mehrerer in diesem Bereich angeordneter Ventilsolenoiden (12),
  - einen Gehäusedeckel (8,35),
  - mindestens eine erste Leiterplatte (31,5) zur Aufnahme von elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen und einer elektrischen Kontaktierung und
  - eine erste Wärmeleitplatte (9,32) zur Abführung von Wärme der elektronischen Bauelemente,
- wobei die erste Wärmeleitplatte flächig mit der ersten Leiterplatte verbunden ist und mindestens ein thermisches Verbindungselement (4,15) vorgesehen ist, welches zwischen erster Leiterplatte/n und erster Wärmeleitplatte/n eine Thermobrücke herstellt.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine mit dieser Kontrolleinheit zusammenwirkende Pumpenantriebseinheit, bei der eine Motorgrundplatte (22) für die elektronischen Leistungsbaulemente des Motors vorgesehen ist.

Beschrieben ist weiterhin ein elektrohydraulisches Steuergerät, bei dem ein oder mehrere längliche Wärmeleitelemente (172) vorgesehen sind, die mit Hydraulikblock (13) und Kühlelement (9) zur Bildung einer Thermobrücke in Kontakt ste-



hen. Dabei ist eine Längsseite der Wärmeleitelemente (172) mit dem Hydraulikblock oder dem Kühlelement (9) kraftschlüssig oder formschlüssig verbunden und jeweils deren gegenüberliegende Längsseiten (1712) liegen ohne die kraftschlüssige Verbindung lösbar auf dem Hydraulikblock oder dem Kühlelement flächig auf.

(Fig. 1)